

E6373

PASSIVE SHIELD TYPE SUPERCONDUCTING MAGNET

Patent Number: JP11197132
Publication date: 1999-07-27
Inventor(s): TAZAKI HIROSHI; IIZUKA CHIKAKO; TAKESHIMA HIROTAKE; YAO TAKESHI;
HONNA TAKAO
Applicant(s):: HITACHI MEDICAL CORP
Requested Patent: ☐ JP11197132
Application
Number: JP19980016470 19980113
Priority Number(s):
IPC Classification: A61B5/055 ; G01R33/421 ; G01R33/3815 ; H01F6/00
EC Classification:
Equivalents:

Abstract

PROBLEM TO BE SOLVED: To provide a passive shield type superconducting magnet for generating the static magnetic field of a small leakage magnetic field and high magnetic field uniformity without enlarging the entire device by efficiently arranging a ferromagnetic body for a magnetic shield.
SOLUTION: In this magnet, static magnetic field generation sources 2 are arranged in a vertical direction holding an uniform magnetic field area 1 there between and a magnetic shield plate 6 and a yoke 7 for constituting the magnetic shield are arranged around them. The magnetic shield plate 6 and the yoke 7 are magnetically coupled at a junction part 12. On the surface side facing the static magnetic field generation source 2 of the magnetic shield plate 6 near the junction part 12, the ferromagnetic body 10 provided with a bevel slope 11 is attached so as to be in contact with the magnetic shield plate 6 and the yoke 7. In the constitution, a magnetic flux line 14 is passed through a ferromagnetic body piece 10 and the magnetic flux line 14 is distributed at high density near the static magnetic field generation source 2 of the magnetic shield plate 6 as the whole.

Data supplied from the esp@cenet database - I2

(19)日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11)特許出願公開番号

特開平11-197132

(43)公開日 平成11年(1999) 7月27日

(51)Int.Cl.⁶

識別記号

F I

A 6 1 B 5/055

A 6 1 B 5/05

3 6 2

G 0 1 R 33/421

3 3 1

33/9815

G 0 1 N 24/02

5 4 0 A

H 0 1 F 6/00

Z A A

24/06

5 1 0 C

H 0 1 F 7/22

Z A A A

審査請求 未請求 請求項の数6 F D (全 8 頁)

(21)出願番号

特願平10-16470

(22)出願日

平成10年(1998) 1月13日

(71)出願人 000153498

株式会社日立メディコ

東京都千代田区内神田1丁目1番14号

(72)発明者 田崎 克

東京都千代田区内神田一丁目1番14号 株

式会社日立メディコ内

(72)発明者 飯塚 千賀子

東京都千代田区内神田一丁目1番14号 株

式会社日立メディコ内

(72)発明者 竹島 弘隆

東京都千代田区内神田一丁目1番14号 株

式会社日立メディコ内

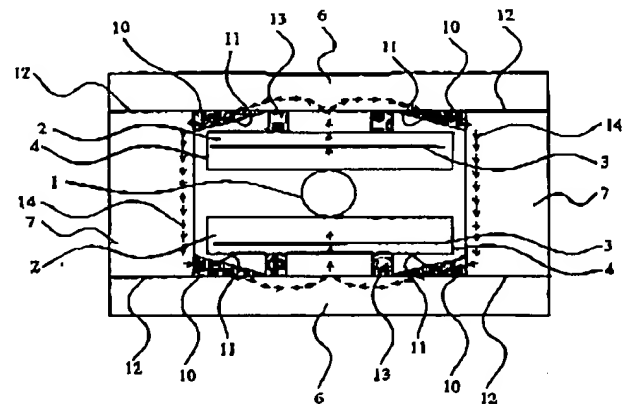
最終頁に続く

(54)【発明の名称】 パッシブシールド型超電導磁石

(57)【要約】

【課題】 磁気シールドについて、強磁性体を効率良く配置して、装置全体を大型化することなく、漏洩磁場が小さく、磁場均一度の高い静磁場を発生するパッシブシールド型超電導磁石を提供する。

【解決手段】 本発明の磁石では、均一磁場領域(1)を挟んで上下方向に静磁場発生源(2)が配置され、その周囲に磁気シールドを構成する磁気シールド板(6)とヨーク(7)が配置される。磁気シールド板(6)とヨーク(7)とは接合部(12)にて磁氣的に結合されている。接合部(12)近傍の磁気シールド板(6)の静磁場発生源(2)に対向する面側に、磁気シールド板(6)とヨーク(7)とに接するように笠型の傾斜面(11)を持つ強磁性体(10)が取り付けられている。この構成では、磁束線(14)が強磁性体片(10)を通るようになり、全体として磁束線(14)は磁気シールド板(6)の静磁場発生源(2)奇りに高密度で分布することになる。



(2)

特開平11-197132

【特許請求の範囲】

【請求項1】 上下方向に対向して配置された1組の超電導コイルと、それぞれの超電導コイルを収納し冷却する冷却容器とから成る静磁場発生源を有し、該静磁場発生源の上下外側に強磁性体から成る磁気シールド板を配置し、上下の該磁気シールド板の間を1本以上の強磁性体から成るヨークにて結合して、前記静磁場発生源と共に磁気回路を構成するパッシブシールド型超電導磁石において、前記磁気シールド板の前記冷却容器に対向する側の面が、前記磁気シールド板と前記ヨークとの接合部の近傍にて、前記冷却容器側に接近するような笠型の傾斜面を有することを特徴とするパッシブシールド型超電導磁石。

【請求項2】 上下方向に対向して配置された1組の超電導コイルと、それぞれの超電導コイルを収納し冷却する冷却容器とから成る静磁場発生源を有し、該静磁場発生源の上下外側に強磁性体から成る磁気シールド板を配置し、上下の該磁気シールド板の間を1本以上の強磁性体から成るヨークにて結合して、前記静磁場発生源と共に磁気回路を構成するパッシブシールド型超電導磁石において、前記磁気シールド板の前記冷却容器に対向する面側の、前記磁気シールド板と前記ヨークとの接合部の近傍に、前記接合部の近傍にて前記冷却容器側に接近するような笠型の傾斜面を有し、前記磁気シールド板と前記ヨークとに接する強磁性体片を取り付けたことを特徴とするパッシブシールド型超電導磁石。

【請求項3】 請求項1及び2記載のパッシブシールド型超電導磁石において、前記笠型の傾斜面は前記磁気シールド板と前記ヨークとの接合部位の各々に対して少なくとも1個ずつ設けられており、各々の傾斜面は前記磁気シールド板の前記冷却容器と対向する面に始点を置き、前記ヨークの前記冷却容器に対向する内側の面に終点を置くことを特徴とするパッシブシールド型超電導磁石。

【請求項4】 請求項1乃至3記載の超電導磁石において、前記笠型の傾斜面が、1個以上の平面を含むことを特徴とするパッシブシールド型超電導磁石。

【請求項5】 請求項1乃至4記載のパッシブシールド型超電導磁石において、前記笠型の傾斜面が曲面を含むことを特徴とするパッシブシールド型超電導磁石。

【請求項6】 請求項1乃至5記載のパッシブシールド型超電導磁石において、前記冷却容器の前記磁気シールド板に対向する面側の外周部が、対向する前記笠型の傾斜面とはほぼ同じ形状の傾斜面に形成されていることを特徴とするパッシブシールド型超電導磁石。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】本発明は、磁気共鳴イメージング（以下、MRIという）装置などに使用されるパッシブシールド型超電導磁石に係り、特に静磁場発生源の

周囲に配置した磁気シールドの磁路の形状の改善を図り、磁気シールドをコンパクトにしたパッシブシールド型超電導磁石に関する。

【0002】

【従来の技術】超電導磁石は、様々な分野で使用されているが、汎用超電導磁石として現在最も実用化が進んでいるのはMRI装置の分野である。MRI装置では、一定空間（撮影領域）内に一定強度の均一磁場を作り、各種コイル（傾斜磁場コイル—MRIに際し、スピンの位置情報を得るために傾斜磁場を与える；高周波（RF）コイル—被検体に高周波磁場を照射し、原子核を励起すると共に、被検体で発生した核磁気共鳴（NMR）信号を受信する；等）を用い、前記撮影領域に挿入された被検体からのNMR情報を収集し、被検体の任意の位置、任意の方向の断面図を再構成するものである。一般に、MRI装置は均一磁場の方向により、水平磁場方式のものと、垂直磁場方式のものに分類される。

【0003】医用MRI装置では、従来超電導磁石を使用したものとしては、水平磁場方式のものが一般的であった。しかし、近年永久磁石を用いた、均一磁場が垂直方向である開放型永久磁石方式MRI装置が実用化され、その開放性ゆえに広く全世界に価値が認識されるようになった。そこで、現在では、超電導磁石を用いたMRI装置においても、永久磁石では達成できない高い磁場強度を生成することができる開放型（垂直磁場方式）MRI装置の開発・実用化に力が注がれている。

【0004】超電導磁石は、通常均一磁場領域（MRI装置での撮影領域）に均一磁場を発生させる静磁場発生源と、その周囲に配置されて装置外部への磁場漏洩を防ぐための磁気シールドとから構成されている。垂直磁場方式の超電導磁石の一例を図9に示す。図9において、均一磁場領域1を挟んで上下に静磁場発生源2が配置され、この静磁場発生源2により均一磁場領域1に垂直方向の均一磁場 B_0 が形成されている。静磁場発生源2は、均一磁場 B_0 を発生する超電導コイル3と、超電導コイル3を収容し、超電導特性を示す温度まで冷却する冷却容器4とから成る。上下の冷却容器4は支持体5で接続されている。

【0005】磁気シールドは、静磁場発生源2の上下外側にほぼ水平に配設された磁気シールド板6と、上下の磁気シールド板6を支持し、磁気的に接続するヨーク7とから成る。磁気シールド板6とヨーク5の材質はいずれも鉄などの強磁性体である。静磁場発生源2と磁気シールド板6とヨーク7とは磁気回路を構成し、磁気シールドの外側への磁場の漏洩を低減させている。図9に示すように静磁場発生源2の周囲に磁気シールドを配置した構造の超電導磁石はパッシブシールド型超電導磁石と呼ばれている。

【0006】垂直磁場方式のパッシブシールド型超電導磁石では、均一磁場 B_0 の方向が上下方向（垂直方向）

(3)

特開平11-197132

であるため、漏洩磁場の磁場強度は上下方向で高くなっている。更に、MRI装置用としてこの磁石をビル内に設置する場合、上下方向には他の部屋が存在するため、上下方向についての漏洩磁場の許容値は厳しい値に制限されている。これに対し水平磁場方式のものでは、水平方向に漏洩磁場強度の高い部分が多く分布するが、一般にビル内の部屋では横方向（水平方向）が長いので、横方向についての漏洩磁場の許容値は、上下方向のものほど厳しくない。このような理由から、垂直磁場方式のパッシブシールド型超電導磁石では、上下方向の漏洩磁場を低減するために、磁気シールド板6を厚くしたり、漏洩磁場の高い部分に強磁性体から成る積み上げ部8を配置したりしている。

【0007】

【発明が解決しようとする課題】しかし、室内の天井の高さの制限や装置のデザイン上の観点などから、超電導磁石に多量の強磁性体を積み上げることは好ましくない。そのため、MRI装置などに用いられる超電導磁石としては、装置をできるだけコンパクトにし、磁場漏洩の少ない、高均一度の静磁場を発生する磁石が求められている。従って、本発明では、磁気シールドを構成する磁気シールド板とヨークについて、強磁性体を効率良く配置することにより、装置全体の大きさを大型化することなく、漏洩磁場が小さく、磁場均一度の高い静磁場を発生するパッシブシールド型超電導磁石を提供することを目的とする。

【0008】

【課題を解決するための手段】上記目的を達成するため、本発明のパッシブシールド型超電導磁石は、上下方向に対向して配置された1組の超電導コイルと、それぞれの超電導コイルを収納し冷却する冷却容器とから成る静磁場発生源を有し、該静磁場発生源の上下外側に強磁性体から成る磁気シールド板を配置し、上下の該磁気シールド板の間を1本以上の強磁性体から成るヨークにて結合して、前記静磁場発生源と共に磁気回路を構成するパッシブシールド型超電導磁石において、前記磁気シールド板の前記冷却容器に対向する側の面が、前記磁気シールド板と前記ヨークとの接合部近傍にて、前記冷却容器側に接近するような笠型の傾斜面を有する（請求項1）。

【0009】この構成では、磁気シールド板の静磁場発生源（冷却容器）に対向する面側に、静磁場発生源を覆うような笠型の傾斜面を設けたことにより、磁気シールド板とヨークとの接合部の近傍における磁束線の磁路が広くなり、磁束線が接合部のみならず、笠型の傾斜面の近傍も通るようになるために、磁気シールド板における磁束密度は、従来品と比べ、静磁場発生源に近い側で高くなり、遠い側で低くなる。その結果、磁気シールド板の上下外側での漏洩磁場強度が小さくなるので、磁気シールド板の上下外側への強磁性体の積み上げなどは不要

となり、装置全体の高さを低くすることができる。

【0010】また、本発明のパッシブシールド型超電導磁石は、上下方向に対向して配置された1組の超電導コイルと、それぞれの超電導コイルを収納し冷却する冷却容器とから成る静磁場発生源を有し、該静磁場発生源の上下外側に強磁性体から成る磁気シールド板を配置し、上下の該磁気シールド板の間を1本以上の強磁性体から成るヨークにて結合して、前記静磁場発生源と共に磁気回路を構成するパッシブシールド型超電導磁石において、前記磁気シールド板の前記冷却容器に対向する面側の、前記磁気シールド板と前記ヨークとの接合部の近傍に、前記接合部の近傍にて前記冷却容器側に接近するような笠型の傾斜面を有し、前記磁気シールド板と前記ヨークとに接する強磁性体片を取り付けたものである（請求項2）。

【0011】この構成では、磁気シールド板とヨークとの接合部の近傍の、磁気シールド板の静磁場発生源に対向する面側に、静磁場発生源を覆うような笠型の傾斜面を持つ強磁性体片が取り付けられたことにより、磁気シールド板を通る磁束線の密度は、従来品と比べ、静磁場発生源に近い側で高くなり、遠い側で低くなる。その結果、請求項1の場合と同様な効果が得られる。

【0012】本発明のパッシブシールド型超電導磁石では更に、前記笠型の傾斜面は前記磁気シールド板と前記ヨークとの接合部位の各々に対して少なくとも1個ずつ設けられており、各々の傾斜面は前記磁気シールド板の前記冷却容器と対向する面に始点を置き、前記ヨークの前記冷却容器に対向する内側の面に終点を置く（請求項3）。

【0013】この構成では、笠型の傾斜面が磁気シールド板とヨークとの接合部毎に1個以上設けられており、その傾斜面が接合部近傍の磁気シールド板とヨークとを覆うことになるので、各々の接合部における磁束線の磁路は接合部から笠型の傾斜面の部分まで拡大されたことになり、この部分での磁束線の流れは内側へ寄り、外側の磁束密度は減少する。

【0014】本発明のパッシブシールド型超電導磁石では更に、前記笠型の傾斜面が1個以上の平面を含むものである（請求項4）。この構成では、笠型の傾斜面をいくつかの平面で形成することになるので笠型傾斜面の形状を磁気シールド板及びヨークを流れる磁束線の流れに合わせて形成できる。その結果、接合部近傍の磁束線の流れが改善されると共に、磁路が拡大するので、磁気シールド板などの磁束線の殆ど流れていない、静磁場発生源から離れた部分の強磁性体を削除することが可能となるので、漏洩磁場の低減及び装置全体の小型・軽量化に寄与する。

【0015】本発明のパッシブシールド型超電導磁石では更に、前記笠型の傾斜面が曲面を含むものである（請求項5）。磁気シールド板及びヨークを通る磁束線は、

(4)

特開平11-197132

接合部の近傍では曲線を描いて流れているので、笠型の傾斜面を曲面を用いて形成することにより、接合部近傍の磁束線の流れをよりスムーズにすることができると共に、その部分の磁束線の磁路を拡大することができる。その結果、請求項4と同様な効果が得られる。

【0016】本発明のパッシブシールド型超電導磁石では更に、前記冷却容器の前記磁気シールド板に対向する面側の外周部が、対向する前記笠型の傾斜面とほぼ同じ形状の傾斜面に形成されている（請求項6）。

【0017】この構成では、冷却容器（静磁場発生源）の、笠型の傾斜面に対向する部分に、笠型の傾斜面とほぼ同じ形状の傾斜面を設けているので、冷却容器の傾斜面部分において、その容積を殆ど損うことなく、冷却容器と笠型の傾斜面との間の間隔を極めて接近させることが可能となる。この結果、装置全体の高さを低くすることが可能となるので、装置のコンパクト化、軽量化に寄与する。

【0018】

【発明の実施の形態】以下、本発明の実施例を添付図面に基いて説明する。図1に、本発明のパッシブシールド型超電導磁石の第1の実施例を示す。図1は本実施例の縦断面図である。図2には、図1の右上部の拡大図を示す。図1において、本実施例のパッシブシールド型超電導磁石では、均一磁場領域（MRI装置では撮影領域となる）1を挟んで上下方向に静磁場発生源2が配置され、静磁場発生源2の周囲に磁気シールドを構成する磁気シールド板6とヨーク7が配置されている。

【0019】静磁場発生源2は、均一磁場領域1に均一な垂直磁場を発生させる超電導コイル3と、この超電導コイル3を收容し、超電導特性を示す温度にまで冷却し維持する冷却容器4とから成る。超電導コイル3は通常磁場均一度を高めるために複数個のコイルの組み合わせとなる。また、冷却容器4は超電導コイル3を浸漬する冷媒を收容する冷媒容器と、冷媒容器を包含する熱シールドと、熱シールドを包含する真空容器とから成る。上下の冷却容器4は通常連結管により結合されて、1台の冷凍機にて冷却されている。静磁場発生源2は上下の磁気シールド板6に結合体13により支持されている。

【0020】磁気シールド板6は鉄などの強磁性体から成る板状体で、静磁場発生源2の上下外側にほぼ平行に配置され、2本のヨーク7にて支持されている。ヨーク7は鉄などの強磁性体から成る柱状体で、上下の磁気シールド板6を所定の間隔をとって支持すると共に、接合部12にて磁気シールド板6と磁気的に結合されている。本発明では、特に磁気シールド板6の冷却容器4に対向する面側に、磁気シールド板6とヨーク7の両方に接するように、笠型の傾斜面11を持つ強磁性体片10が取り付けられている（この笠型の傾斜面11は冷却容器4に対し笠をかぶせたような配置になっている）。図2は、この強磁性体片10の取り付け部分の拡大図であ

る。図2において、強磁性体片10は磁気シールド板6やヨーク7と同様鉄などの強磁性体から成り、3つの面を持つ。強磁性体片10の3面のうちの冷却容器4に対向する面は笠型の傾斜面11で、他の面は磁気シールド板6の冷却容器対向面6A及びヨーク7の内側の面7Aとに接しており、かつそれら両面に接合されている。

【0021】図2に示す如く、磁気シールド板6とヨーク7の接合部12の内側に強磁性体片10を配置することにより、磁気シールド板6内での磁束線14の流れが改善される。その磁束線の流れの改善状況を図3及び図4にて説明する。図3は、本実施例の超電導磁石の磁束線分布の例で、図4は従来のパッシブシールド型超電導磁石の磁束線分布の例である。図4の従来例の場合、上側の超電導コイル3を流した磁束線14は上側の磁気シールド板6の中央部で左右に分かれ、上側の磁気シールド板6を経由した後、上側の接合部12からヨーク7へと進んで行く。ヨーク7内を経由した磁束線14は下側の接合部12、下側の磁気シールド板6、下側の超電導コイル3、均一磁場領域1を経由して上側の超電導コイル3へ戻る。このとき、磁気シールド板6の中央部で左右に分かれた磁束線14が左右の接合部12に集中することになるため、上側の磁気シールド板6を進む磁束線14は磁気シールド板6の外側に近い部分を通る傾向にある。このため、磁束線14は磁気シールド板6の上側に漏洩しやすく、磁気シールド板6の上部に載せた積み上げ部8などを通ることになり、その結果として、超電導磁石の高さを高くする必要があった。

【0022】これに対し、図3の本実施例の場合には、上下の接合部12の近傍の冷却容器4に対向する部分に、笠型傾斜面11を有する強磁性体片10を取り付けたことにより、上側の超電導コイル3を流して上側の磁気シールド板6へ向かった磁束線14は、一部は上側の接合部12を、一部は上側の強磁性体片10を経由して、ヨーク7へ進むことになる。その結果、上側の磁気シールド板6を通る磁束線14は下側へ押しつけられたような分布となり、上側の磁気シールド板6の上側部分の磁束密度は従来の超電導磁石に比べて低くなり、磁気シールド板6の外側における磁場漏洩も少なくなる。以上述べたことは、下側の磁気シールド板6においても同様に起きるので、従来例の如く、超電導磁石の高さを高くすることなく、漏洩磁場の低減を図ることができる。

【0023】強磁性体片10の接合部12の近傍への取り付けは、ねじによる固定、又は溶接による溶着などによって行うことができる。また、この強磁性体片10については、磁気シールド板6に予め取り付けられていてもよいし、磁気シールド板6と一体加工してもよいし、磁気シールド板6とヨーク7との組立後に取り付けてもよい。

【0024】本発明のパッシブシールド型超電導磁石の第2の実施例を図5に示す。本実施例では磁気シールド

板6の冷却容器4に対向する面側に、笠型の傾斜面11を持つ強磁性体片10を取り付けると共に、冷却容器4の磁気シールド板6に対向する面側にも、上記笠型の傾斜面11とほぼ平行な傾斜面15を設けたものである。このように、冷却容器4に傾斜面15を設け、これを強磁性体片10の笠型傾斜面11とほぼ平行したことにより、冷却容器4と磁気シールド板6との間隔を狭くすることができるので、超電導磁石の高さを低くすることが可能となる。また、超電導磁石の高さを同じにしたときには、強磁性体片10を大きくすることができるので、磁気シールド板6の外側への磁場漏洩を少なくすることが可能となる。

【0025】また、磁気シールド板6に上記の強磁性体片10を取り付けることにより、磁気シールド板6の形状を改善することができる。その一例を図6に示す。図6は第2の実施例の上面図である。磁気シールド板6の外形は、中央の円形の頂部20と頂部20より幅の狭い端面部21と、頂部20と端面部21をつなぐ傾斜部16と側面部22と、上記の冷却容器対向面6A（図示の磁気シールド板6の裏面側）とから成る。頂部20は冷却容器4の直径よりも大きな直径の円形をしており、冷却容器4を覆い、静磁場発生源2の発する磁場の磁場遮蔽をしている。端面部21は平面で、頂部20から端面部21までの幅は直線的に狭くなり、デザイン的に好ましい形状を作っている。傾斜部16は磁気シールド板6の外側両端部を、斜めにカットして強磁性体を削除した結果作られた部分であり、デザイン上好ましい形状を与えると共に、強磁性体の重量軽減にも寄与する。これは、磁気シールド板6の冷却容器4に対向する面側に強磁性体片10を取り付けたことにより、磁気シールド板6の外側両端部の磁束密度が大幅に低減したために可能になったものである。

【0026】本発明のパッシブシールド型超電導磁石の第3の実施例を図7に示す。本実施例では第2の実施例における強磁性体片10の笠型傾斜面11及び冷却容器4の傾斜面15の形状を変えたものである。図7において、強磁性体片10の笠型傾斜面11Aは2個の直線的な傾斜面で構成されている。笠型傾斜面11Aは2個の直線的な傾斜面により凹面となるように作られ、この凹面はこの部分における磁束線14の流れに近い形をしているので、強磁性体の量を効率的に使用していることになる。また、冷却容器4の傾斜面15Aも2個の直線的な傾斜面で構成されている。この傾斜面15Aは凸面を形成しており、2個の傾斜面の各々は対向する笠型傾斜面11Aの2個の傾斜面と傾斜を合わせてある。このため、冷却容器4と強磁性体片10との間隔を狭めることが可能である。また、冷却容器4の傾斜面15Aが凸面であることから、冷却容器4の内容積が大きくなるので、超電導コイル3の配列上の場所的制限も緩和される。また、本実施例では、各傾斜面を2個の傾斜面で構

成したが、傾斜面の数は2個に限定されず、3個以上でも良いことは言うまでもない。

【0027】本発明のパッシブシールド型超電導磁石の第4の実施例を図8に示す。本実施例では第2の実施例における強磁性体片10の笠型傾斜面11及び冷却容器4の傾斜面15の形状を曲面にしたものである。図8において、強磁性体片10の笠型傾斜面11Bは円弧状の傾斜面で、凹面となるように作られている。また、冷却容器4の傾斜面15Bは円弧状の傾斜面で、凸面となるように形成されている。本実施例の場合、笠型傾斜面11Bが凹面、冷却容器4の傾斜面15Bが凸面に形成されていることにより、第3の実施例と同様な効果が得られる。また、本実施例では、曲面として円弧状面を用いたが、これに限定されず、他の曲面、例えば楕円形面や放物線面などでも良い。

【0028】上記の実施例では、ヨーク7の本数が2本の場合について説明して来たが、2本以外の場合例えば、1本の場合や3本以上の場合にも、同様な効果が期待できる。また、磁気シールド板6とヨーク7とが接合する接合部12、又はヨーク5の位置については、静磁場発生源2の左右両側にある場合について例示したが、これに限定されず、ヨーク5などが均一磁場領域1に対し後側に配置された開放型の超電導磁石などにおいても同様な効果が得られる。

【0029】

【発明の効果】以上説明した如く、本発明によれば、磁気シールド板とヨークとの接合部の近傍の、磁気シールド板の静磁場発生源に対向する面側に、笠型の傾斜面を持つ強磁性体片が取り付けられたことにより、磁気シールド板を通る磁束線が接合部のみならず、強磁性体片も通るようになるので、磁気シールド板を通る磁束線の密度は静磁場発生源に対向する面側で高くなる。その結果、磁気シールド板の上下外側の磁場漏洩が少なくなり、磁気シールド板の外側に強磁性体を積み上げる必要がなくなるので、超電導磁石の高さを低くすることができ、装置全体をコンパクト化することができる。

【図面の簡単な説明】

【図1】本発明のパッシブシールド型超電導磁石の第1の実施例。

【図2】図1の右上部の拡大図。

【図3】本発明の第1の実施例の磁束線分布の例。

【図4】従来のパッシブシールド型超電導磁石の磁束線分布の例。

【図5】本発明のパッシブシールド型超電導磁石の第2の実施例。

【図6】第2の実施例の上面図。

【図7】本発明のパッシブシールド型超電導磁石の第3の実施例。

【図8】本発明のパッシブシールド型超電導磁石の第4

(6)

特開平11-197132

の実施例。

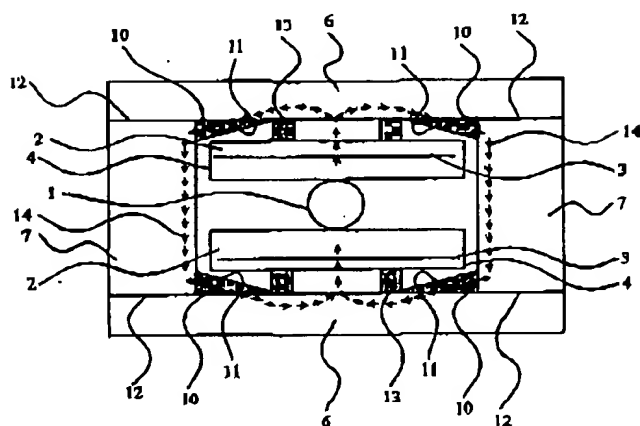
【図9】従来の垂直磁場方式の超電導磁石の一例。

【符号の説明】

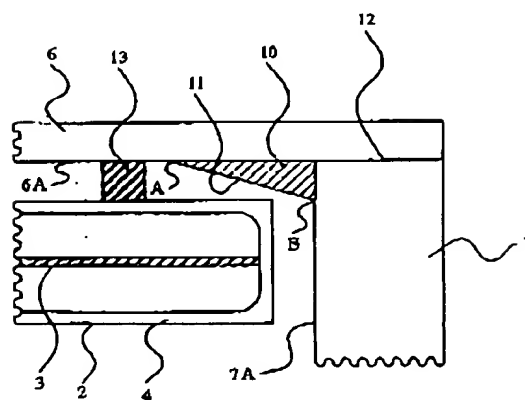
- 1 均一磁場領域（撮影領域）
- 2 静磁場発生源
- 3 超電導コイル
- 4 冷却容器
- 6 磁気シールド板
- 6A 冷却容器対向面
- 7 ヨーク
- 7A 内側面

- 8 積み上げ部
- 10 強磁性体片
- 11, 11A, 11B 笠型傾斜面
- 12 接合部
- 13 結合体
- 14 磁束線
- 15, 15A, 15B 冷却容器傾斜面
- 16 磁気シールド板傾斜面
- 20 頂部
- 21 端面部
- 22 側面部

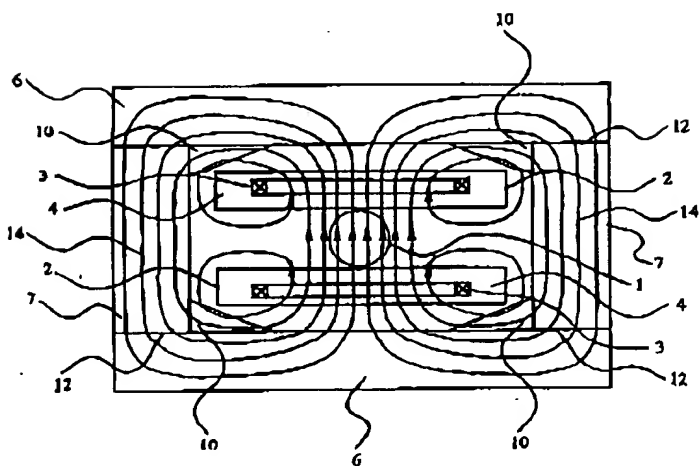
【図1】



【図2】



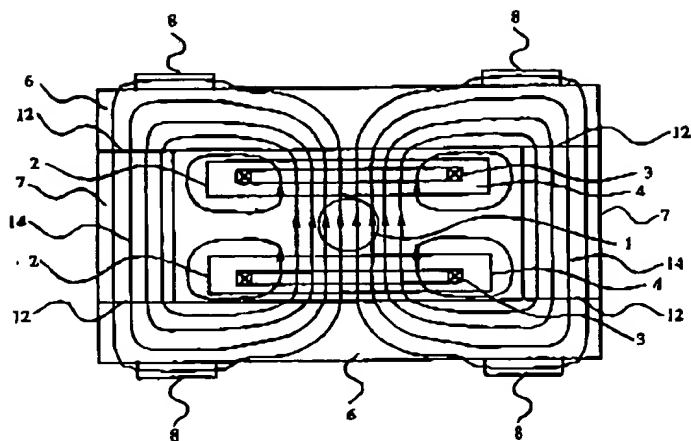
【図3】



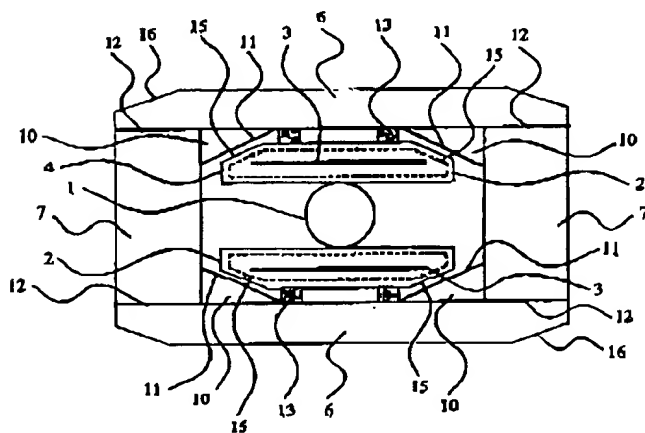
(7)

特開平11-197132

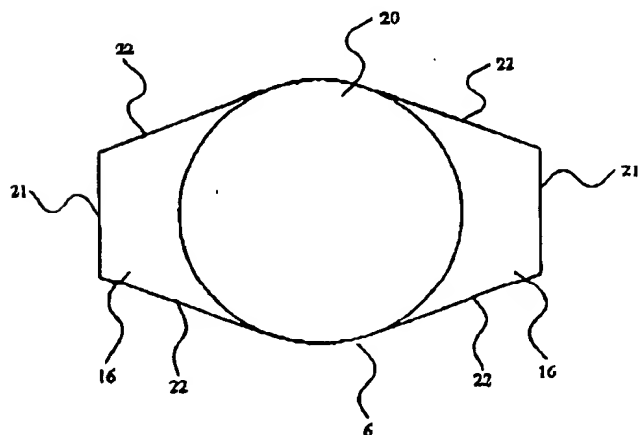
【図4】



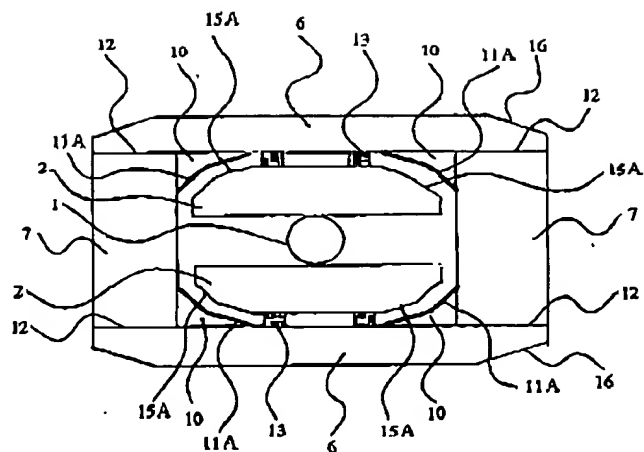
【図5】



【図6】



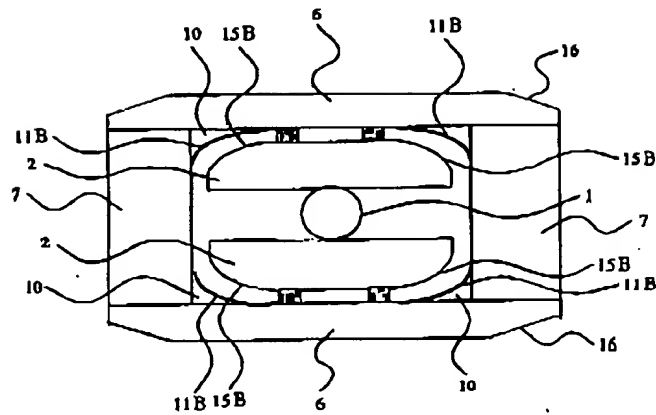
【図7】



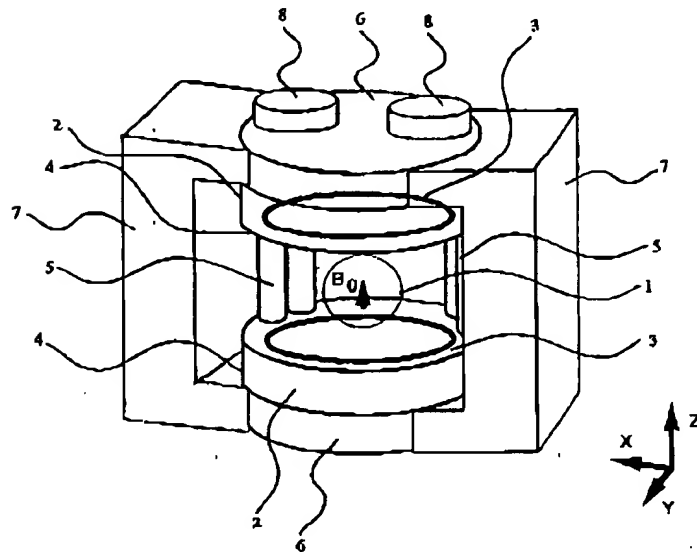
(8)

特開平11-197132

【図8】



【図9】



フロントページの続き

(72)発明者 八尾 武
東京都千代田区内神田一丁目1番14号 株
式会社日立メディコ内

(72)発明者 木名 孝男
東京都千代田区内神田一丁目1番14号 株
式会社日立メディコ内